



Trabajo para la obtención del Título de Graduado en
Ciencias de la Actividad Física y Deporte

Evolución y valoración de un sujeto durante un programa de entrenamiento de hipertrofia

Autor:

D. Alejandro Treceño López

Departamento de Salud y Rendimiento Humano de La Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte (INEF).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso 2012/2013



Trabajo para la obtención del Título de Graduado en
Ciencias de la Actividad Física y Deporte

Evolución y valoración de un sujeto durante un programa de entrenamiento de hipertrofia

Autor:

D. Alejandro Treceño López

Dirigido por:

Dra. Ana Belén Peinado Lozano

(Doctora en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte)

Departamento de Salud y Rendimiento Humano de La Facultad de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte (INEF).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Curso 2012/2013

*“Somos dueños de nuestros silencios y
esclavos de nuestras palabras.”*

Anónimo.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a Ángel Palanco Aguilera su dedicación, esfuerzo y compromiso a la hora de cumplir con el programa de entrenamiento de una forma consciente y constante. Su continuo interés hacia mi trabajo ha hecho que la motivación por realizar este Trabajo de Fin de Grado nunca disminuyera. Sobre todo, gracias, por demostrar ser un buen amigo.

A mi tutora, la Dra. Ana Belén Peinado Lozano, que me dio la oportunidad de realizar este TFG sin haberme tenido como alumno anteriormente. Por su dedicación y ayuda, siempre pendiente de que avanzara en mi Trabajo.

A Manuel Sillero, una extraordinaria persona, que siempre ha estado disponible cuando he necesitado ayuda.

Gracias a mis padres, por hacerme entender lo importante que es una buena educación y una buena formación académica y ser partícipes de ello. Sin ellos yo no sería el que soy hoy; si alguien se merece las gracias por algo, son ellos.

En general, gracias a todas las personas que han contribuido en mi educación, mi formación y crecimiento; desde el colegio hasta la universidad.

Gracias por el privilegio que ha sido y es haber estudiado en la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de Madrid.

Índice de contenido

Índice de tablas	XI
Índice de figuras	XII
Índice de ecuaciones	XIII
Índice de abreviaturas	XIV
Resumen	XV
Abstract	XVI
1. Introducción	1
2. Objetivos del trabajo	3
3. Descripción de las pruebas de valoración de la condición anatómica	5
3.1 Antropometría	5
3.2 Cálculo del IMC, de la composición corporal y del somatotipo	9
3.2.1 Índice de Masa Corporal	9
3.2.2 Composición corporal	11
3.2.3 Somatotipo	12
4. Descripción de las pruebas de valoración de la condición física	15
4.1 Tests de flexibilidad	15
4.1.1 <i>Seat and reach</i>	15
4.1.2 Flexión profunda de tronco	16
4.2 Tests de fuerza	16
4.2.1 1RM en <i>press</i> de banca	16
4.2.2 Dominadas	18
4.2.3 Salto vertical con las piernas juntas	19
4.3 Test de velocidad	19
4.3.1 50 metros lisos	20
4.4 Test de valoración anaeróbica	20
4.4.1 Test de Burpee	20

4.5 Test de aptitud cardiovascular	21
4.5.1 Test de Ruffier-Dickson	22
5. Programa de entrenamiento	25
5.1 Cronograma	25
5.2 Justificaciones del entrenamiento	25
5.3 Rutina de adaptación anatómica	27
5.4 Rutina hipertrofia: primer mesociclo	29
5.5 Rutina hipertrofia: segundo mesociclo	31
5.6 Rutina hipertrofia: tercer mesociclo	33
6. Temporalización y cronograma de las pruebas de valoración	37
6.1 Orden de las pruebas y protocolo de ejecución	37
7. Resultados y discusión	41
7.1 Resultados e informe de las pruebas de valoración de la condición anatómica	41
7.2 Resultados e informe de las pruebas de valoración de la condición física	45
8. Recomendaciones y conclusiones	49
9. Bibliografía	51
 ANEXO I Hoja de datos para realizar una antropometría	 53
 ANEXO II Comparación del sujeto antes y después del programa de entrenamiento de hipertrofia	 57
 ANEXO III Protocolo de flexibilidad	 61

Índice de tablas

• Tabla 1. Estatus nutricional según IMC	10
• Tabla 2. Estatus nutricional según IMC (OMS)	10
• Tabla 3. Baremo para evaluar el test de Burpee	21
• Tabla 4. Valores del índice de Ruffier-Dickson	22
• Tabla 5. Cronograma del programa de entrenamiento	25
• Tabla 6. Calentamiento de la rutina de adaptación anatómica	28
• Tabla 7. Circuito de adaptación anatómica	28
• Tabla 8. Frecuencia de entrenamiento. Mesociclo 1	29
• Tabla 9. Calentamiento. Mesociclo 1	29
• Tabla 10. Parte principal. Mesociclo 1	29-31
• Tabla 11. Frecuencia de entrenamiento. Mesociclo 2	31
• Tabla 12. Calentamiento. Mesociclo 2	31
• Tabla 13. Parte principal. Mesociclo 2	32-33
• Tabla 14. Frecuencia de entrenamiento. Mesociclo 3	34
• Tabla 15. Calentamiento. Mesociclo 3	34
• Tabla 16. Parte principal. Mesociclo 3	34-35
• Tabla 17. Cronograma de la realización de las pruebas de valoración	37
• Tabla 18. Resultados de los tests de flexibilidad	45
• Tabla 19. Resultados de los tests de fuerza	45
• Tabla 20. Resultados del test de velocidad	46
• Tabla 21. Resultados del test de valoración anaeróbica	47
• Tabla 22. Pulsaciones en el test de Burpee	47
• Tabla 23. Resultados del test de aptitud cardiovascular	47
• Tabla 24. Pulsaciones en el test de Ruffier-Dickson	47

Índice de figuras

• Figura 1. Gráfico de Franz Reuleaux	13
• Figura 2. Realización del <i>seat and reach</i>	15
• Figura 3. Test de flexión profunda de tronco	16
• Figura 4. Ejecución del <i>press</i> de banca	17
• Figura 5. Imagen de una dominada	18
• Figura 6. Realización del salto vertical con piernas juntas	19
• Figura 7. Secuencia de movimientos del test de Burpee	21
• Figura 8. Protocolo de ejecución	38
• Figura 9. Antropometría 1	43
• Figura 10. Antropometría 2	44

Índice de ecuaciones

• Ecuación 1. Cálculo del IMC	9
• Ecuación 2. Cálculo del porcentaje de peso graso de Faulkner	11
• Ecuación 3. Cálculo del porcentaje de peso graso de Carter	11
• Ecuación 4. Ecuación de Rocha para el cálculo de la masa ósea	11
• Ecuación 5. Ecuación de Lee para el cálculo de la masa muscular esquelética	12
• Ecuación 6. Cálculo del resto del peso	12
• Ecuación 7. Ecuación para el cálculo de la 1RM en <i>press</i> de banca	17
• Ecuación 8. Ecuación para el cálculo del índice de Ruffier-Dickson	22

Índice de abreviaturas

- **AA** Adaptación anatómica
- **DEXA** Densitometría ósea
- **DF** Diámetro del fémur en metros
- **DM** Diámetro de la muñeca en metros
- **Fcd** Frecuencia cardiaca
- **GREC** Grupo Español de Cineantropometría
- **IMC** Índice de Masa Corporal
- **MG** Masa grasa
- **MM** Masa muscular
- **MME** Masa muscular esquelética
- **MO** Masa ósea
- **OMS** Organización Mundial de la Salud
- **P1** Frecuencia cardiaca en reposo (latidos/min)
- **P2** Frecuencia cardiaca después del ejercicio (latidos/min)
- **P3** Frecuencia cardiaca tras un minuto de recuperación (latidos/min)
- **PBC** Perímetro del brazo relajado
- **PGC** Perímetro pierna media
- **PI Abd** Pliege abdominal en milímetros
- **PI MA** Pliegue del muslo anterior en milímetros
- **PI PM** Pliegue pierna medial en milímetros
- **PI Sesp** Pliegue supraespinal en milímetros
- **PI Sub** Pliegue subescapular en milímetros
- **PI Tri** Pliegue del tríceps en milímetros
- **PMC** Perímetro del muslo
- **RAE** Real Academia Española de la Lengua
- **RM** Repetición máxima
- **TFG** Trabajo Fin de Grado

Resumen

Las pruebas de valoración de la condición física y de la condición anatómica tienen como objetivo determinar el estado físico de una persona y su composición corporal o estatus nutricional. Por ello, en este Trabajo Fin de Grado se utilizan varios tests para conocer el progreso y el efecto de un programa de entrenamiento de hipertrofia.

El deportista realizará un programa de hipertrofia durante cuatro meses y se le realizarán dos tests de flexibilidad, *seat and reach* y flexión profunda de tronco; tres tests de fuerza, 1RM en *press* banca, dominadas y salto vertical; una prueba de valoración de la condición anaeróbica, como es el test de Burpee; otro test de aptitud cardiovascular, test de Ruffier-Dickson; y un test de velocidad en 50 metros lisos. Además, para valorar la ganancia de masa muscular, se realizará una antropometría al inicio y al final del macrociclo. Las pruebas de valoración de la condición física se realizarán antes, durante y al final del programa de entrenamiento.

Por último, se han analizado y comparado los resultados observando incrementos en la fuerza, mejoras en la resistencia anaeróbica y la capacidad de adaptación del corazón al esfuerzo; así como incrementos en el peso, fundamentalmente en la masa muscular.

Abstract

The aim of the physical fitness and body composition assessing is to determine the fitness level and nutritional status. Therefore, the objective of the present *Trabajo de Fin de Grado* was to determine the effect of a hypertrophy training program.

The athlete followed a hypertrophy program for four months and performed two flexibility tests, seat and reach and deep trunk bent; three strength tests, 1RM bench press, pull-ups and vertical jump; a test for assessing the anaerobic condition, such as Burpee test; Ruffier-Dickson test for cardiovascular fitness; and a 50 m speed test to evaluate velocity. Furthermore, to assess the muscle mass increased, anthropometry was performed at the beginning and end of the training macrocycle. The physical fitness evaluation was carried out before, during and after the training program.

Finally, the obtained results has been analyzed and compared. The hypertrophy training has produced improvements in strength, anaerobic endurance and cardiorespiratory fitness. The body weight increased manily due to a greater muscle mass.

1. Introducción

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo conocer las alteraciones que se producen en las distintas cualidades físicas básicas, y en la composición corporal, al realizarse un programa de entrenamiento de hipertrofia con una duración de cuatro meses. Para ello, se realizarán diferentes tests antes, durante y al finalizar el programa para conocer la evolución del individuo que realiza el programa de hipertrofia.

Se comienza describiendo las pruebas de valoración de la condición física y de la condición anatómica utilizadas en este TFG. Los tests de valoración son, en resumen, una serie de pruebas que permiten medir, de forma objetiva, la condición física de un individuo y su evolución; entendiendo como condición física el conjunto de cualidades o capacidades físicas, anatómicas y fisiológicas. Para valorar la condición física del individuo que realiza dicho programa de entrenamiento, primero hay que recoger los datos de las diferentes pruebas y en las diferentes fechas que se hayan elegido coincidiendo con el inicio, la mitad y el final del programa de entrenamiento, después establecer una comparación entre ellas y, de ahí, extraer las conclusiones pertinentes.

La valoración, tanto física como anatómica, es algo que siempre está presente en el deporte; bien en el deporte escolar, donde el profesor evalúa a los alumnos en diferentes pruebas y en base a su progreso obtienen una calificación u otra; o bien, en el deporte de alto rendimiento, en el que conocer la evolución del deportista es fundamental para conocer la efectividad del entrenamiento al que es sometido y, así, realizar las modificaciones oportunas. Actualmente, es frecuente ver personas que se someten a pruebas de valoración, tales como pruebas de esfuerzo para conocer su estado de forma; bien por salud o, simplemente, para preparar un reto personal, como podría ser acabar una maratón. Por otro lado, es menos frecuente conocer gente que se hace una antropometría, ya que hay métodos más rápidos que se pueden llevar a cabo en una farmacia, como es el caso de una bioimpedancia; cabe resaltar que hay métodos más precisos como es el caso de la densitometría ósea (DEXA) o el pesaje hidrostático.

El presente TFG busca realizar una valoración sencilla pero eficaz de un sujeto que realiza un programa de entrenamiento de hipertrofia. Para ello, se detalla de forma adecuada y precisa cada test de valoración a realizar, incluyendo en el Anexo I las hojas de datos para los cálculos necesarios al realizar una antropometría.

2. Objetivos del trabajo

Los objetivos del presente Trabajo Fin de Grado (TFG) son los siguientes:

- ✓ Conseguir el aumento de la masa muscular, y por lo tanto del peso corporal, en un individuo a través de una rutina de entrenamiento de 4 meses con el objetivo de hipertrofia.

- ✓ Realizar pruebas de valoración de la condición anatómica para comprobar si se consigue el objetivo del entrenamiento: incrementar la masa muscular.

- ✓ Realizar pruebas de valoración de la condición física para conocer la evolución del individuo en las cualidades físicas que se evalúan en cada una de las pruebas a realizar.

3. Descripción de las pruebas de valoración de la condición anatómica

3.1 Antropometría

El propósito de la antropometría es conocer la composición corporal del sujeto que está realizando el programama de entrenamiento de hipertrofia (Sillero, 2004).

Atendiendo a lo que dice Sillero (2004), el material para realizar una antropometría debe tener las siguientes características: preciso, de fácil manejo, con un error de medida pequeño y con suficiente validez y fiabilidad. Para realizar una antropometría completa debemos contar con el siguiente material:

- ✓ Tallímetro: sirve para medir la estatura y la talla del sujeto sentado. La precisión debe ser de 1 mm.
- ✓ Báscula: usada para medir el peso corporal, lo recomendable es que la precisión sea de 50 gramos.
- ✓ Antropómetro: sirve para medir longitudes, diámetros y alturas. La precisión debería ser de 1 mm.
- ✓ Cinta antropométrica: se utiliza para medir perímetros y localizar los puntos medios de los segmentos corporales. Debe tener una precisión de 1 mm y una anchura máxima de 7 mm.
- ✓ Calibre o paquímetro: se usa en pequeños diámetros.
- ✓ Plicómetro: es el aparato que se utiliza para medir el tamaño de los pliegues. Hay varios modelos y según el modelo la precisión puede variar de 0,2 a 1 mm.
- ✓ Gran compás: se utiliza para medir los diámetros del tronco.
- ✓ Banco antropométrico: sirve para medir la talla sentado y facilitar la realización de la antropometría.
- ✓ Material auxiliar: rotulador para señalar los puntos anatómicos y un programa informático para el tratamiento de datos.

Con este material se realiza la medición del peso corporal, altura, perímetros y diámetros y pliegues.

El peso se obtiene pesando al deportista en una báscula, sin que vea el peso que marca; de la precisión antes mencionada. La persona debe estar lo más quieta posible. La unidad de medida es el kilogramo utilizando, al menos, un decimal.

Para medir la talla, distancia del suelo al vértex, se utiliza el antropómetro. El sujeto se sitúa de pie y de espaldas al antropómetro, con los talones juntos y formando los pies un ángulo de 45º; los talones, los glúteos, la espalda y la región occipital de la cabeza deben permanecer en contacto con el antropómetro con la vista al frente, manteniendo al individuo en el plano de Frankfort. La talla se mide en inspiración forzada. La unidad de medida es el centímetro. (Sillero, 2004)

Para medir los pliegues se utiliza el plicómetro, que registra el grosor de dos capas de piel y el tejido subcutáneo subyacente. La unidad de medida es el milímetro. Para coger el pliegue se utilizan el dedo pulgar e índice, nunca se ha de coger masa muscular ya que alteraría el resultado de la prueba. Los pliegues que se medirán son los siguientes (ISAK, 2001):

- Pliegue del tríceps: zona media entre el acromion y el radio en la parte posterior del brazo. Es un pliegue vertical.
- Pliegue subescapular: situado por debajo del ángulo inferior de la escápula. Es un pliegue oblicuo que forma un ángulo de 45º con el plano transversal del cuerpo.
- Pliegue del bíceps: zona media entre el acromion y el radio en la parte anterior del brazo. Es un pliegue vertical.
- Pliegue pectoral: trazamos una línea imaginaria entre la axila y el pezón. Es el punto más próximo al faldón axilar.
- Pliegue axilar medio: se localiza a la altura de la quinta costilla. Es importante que el sujeto presente una abducción ligera del brazo.
- Pliegue ileocrestal: se sitúa sobre la cresta ilíaca formando un ángulo de 45º con el plano transversal del cuerpo. La mano del sujeto debe estar en el pecho.

- Pliege supraespinal: este punto se encuentra encima de la espina ilíaca anteroposterior.
- Pliegue abdominal: situado a la derecha del ombligo, es un pliegue vertical. Importante no coger la cicatriz umbilical cuando se mide el pliegue.
- Pliegue del muslo anterior: está situado en el punto medio del muslo. El sujeto estará sentado con la rodilla flexionada. Es un pliegue vertical.
- Pliegue pierna medial: se localiza donde el perímetro de la pantorrilla es máximo. La rodilla debe estar flexionada, es un pliegue vertical.

Para realizar la medición de los perímetros se utilizará la cinta flexible cuya unidad de medida es el centímetro. Es importante no comprimir los tejidos de la zona. (Sillero, 2004) Los perímetros a evaluar son los siguientes (ISAK, 2001):

- Perímetro del cuello: se mide por encima de la nuez y perpendicular al eje del cuello.
- Perímetro mesoesternal: el sujeto eleva los brazos, se mide el contorno del tórax y el sujeto baja los brazos; se mide en espiración no forzada.
- Perímetro de la cintura: es el menor contorno del abdomen, entre el borde costal y la cresta ilíaca.
- Perímetro de cadera: contorno máximo de la cadera, cogiendo el punto más prominente de los glúteos, sin contraer los glúteos. Los brazos del sujeto se cruzan a la altura del pecho.
- Perímetro umbilical: contorno del abdomen a nivel del ombligo.
- Perímetro del muslo 1: se mide el contorno un centímetro por debajo del pliegue glúteo.
- Perímetro del muslo 2: es el contorno del muslo entre el trocánter del fémur y la tibia, en el punto medio.
- Perímetro de la pantorrilla: se mide en el máximo contorno de la pantorrilla.
- Perímetro del tobillo: se mide el mínimo contorno por encima del maleolo tibial.
- Perímetro del brazo relajado: los brazos deben estar extendidos a los lados del cuerpo. Se mide en el punto medio del brazo.

- Perímetro del brazo contraído y flexionado: se realiza una contracción voluntaria y se mide el mayor contorno del brazo. Para medir este perímetro se flexiona el hombro 90º y se flexiona el codo hasta conseguir la máxima contracción.
- Perímetro del antebrazo: es el perímetro máximo del antebrazo, con el codo extendido y el antebrazo en supinación.
- Perímetro de la muñeca: es el mínimo contorno del antebrazo.

Los diámetros son las distancias entre dos puntos anatómicos. Para ello se utiliza el gran compás, descrito anteriormente, aunque para medir diámetros pequeños se utiliza el paquímetro o calibre. La unidad de medida es el centímetro (Sillero, 2004). Es necesario medir varios diámetros (ISAK, 2001):

- Diámetro bicondíleo del fémur: distancia entre los cóndilos del fémur, medial y lateral; es necesaria una flexión de rodilla a 90º. Las ramas del calibre miran hacia abajo formando un ángulo de 45º con la horizontal.
- Diámetro bimalleolar: distancia entre el maleolo tibial y el peroneo. El tobillo debe tener una flexión de 90º.
- Diámetro epicóndileo del húmero: distancia entre el epicóndilo y la epitroclea del húmero. El codo debe estar flexionado 90º y con la mano en supinación. Las ramas del calibre orientadas hacia arriba formando un ángulo de 45º con la horizontal.
- Diámetro biestiloideo: es el diámetro de la muñeca entre la apófisis estiloides del radio y del cúbito. El brazo debe estar en pronación con una flexión de muñeca de 90º.

La anotación de los datos se realizará en una modificación de la hoja de datos del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) facilitada por el Doctor en Ciencias de la Actividad Física y Deporte Manuel Sillero Quintana; se incluye en el Anexo I.

Hay que destacar que para realizar una antropometría correctamente, hay que tener en cuenta, además del sexo y la edad, si es deportista o no, la fase de

entrenamiento y la etnia. Al tener en cuenta estos datos, la hoja de datos calcula directamente la composición corporal del sujeto al que se realiza la antropometría. (Sillero, 2004)

3.2 Cálculo del IMC, de la composición corporal y del somatotipo

En este apartado se explican las fórmulas y cálculos necesarios para conseguir los datos que se obtendrán tras realizar la antropometría. Los cuales, son imprescindibles para conocer la composición corporal del sujeto.

3.2.1 Índice de masa corporal

El origen de esta medida se le debe al estadístico belga Lambert Adolphe Jacques Quételet, por ello al índice de masa corporal (IMC) también se le conoce como el índice de Quételet.

El IMC es una medida que relaciona el peso de un sujeto con su estatura al cuadrado e indica el estado nutricional de la persona considerando estos datos. El IMC se expresa en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2). La ecuación para obtener el IMC es la siguiente:

$$IMC = \frac{\text{Masa del sujeto (kg)}}{\text{Talla (m)}^2}$$

Ecuación 1. Cálculo del IMC. (Romero Corral, 2008)

En este TFG se utiliza el cálculo del IMC para relacionarlo con los datos obtenidos en la antropometría, ya que este es bastante menos preciso que una antropometría, puesto que sólo tiene en cuenta la estatura y el peso del sujeto. Sin embargo, la antropometría facilita datos más precisos para poder determinar la composición corporal del sujeto y, así, poder clasificarle, anatómicamente hablando.

La siguiente tabla muestra una clasificación del grado de sobrepeso y obesidad según los valores obtenidos en el IMC.

IMC (kg/m ²)	Estatus Nutricional
<18,5	Bajo peso
18.5-24.9	Normal
25,0-29,9	Sobrepeso
30,0-34,9	Obesidad I
35,0-39,9	Obesidad II
>40	Obesidad mórbida

Tabla 1. Estatus nutricional según IMC (Romero Corral, 2008)

La Tabla 1 es la más utilizada en la actualidad; pero la Organización Mundial de la Salud (OMS) hace otra clasificación, muy parecida pero más completa abarcando valores intermedios a los que se han descrito en la Tabla 1.

IMC (kg/m ²)	Estatus nutricional
<15,99	Infrapeso
<16,00	Delgadez severa
16,00-16,99	Delgadez moderada
17,00-18,49	Delgadez no muy pronunciada
18,50-24,99	Normal
≥25,00	Sobrepeso
25,00-29,99	Preobeso
≥30,00	Obeso
30,00-34,99	Obeso I
35,00-39,99	Obeso II
≥40,00	Obeso III

Tabla 2. Estatus nutricional según IMC (OMS, 2013)

Según la OMS el IMC debe considerarse una medida aproximada ya que no se tiene en cuenta el sexo ni la edad; aunque las tablas hacen referencia a personas adultas no diferencian entre rangos de edad. Los valores del IMC hacen referencia a

población standard y no a grupos específicos de población como deportistas o enfermos.

3.2.2 Composición corporal

Para el cálculo de la composición corporal se han utilizado las fórmulas de la hoja de cálculo del GREC (2010) que son utilizadas para calcular la composición corporal en población deportista masculina. A continuación se indican las fórmulas utilizadas (Alvero Cruz y otros, 2010).

Para el cálculo de la masa grasa se utiliza la media aritmética resultante de los datos obtenidos por la ecuación de Faulkner y por la ecuación de Carter (GREC, 2010).

$$\% \text{Peso Graso} = 0,153 \times (\text{Pl Tri} + \text{Pl Sub} + \text{Pl Sesp} + \text{Pl Abd}) + 5,783$$

Ecuación 2. Cálculo del porcentaje del Peso Graso de Faulkner (GREC, 2010)

$$\% \text{Peso Graso} = 0,1051 \times (\text{Pl Tri} + \text{Pl Sub} + \text{Pl Sesp} + \text{Pl Abd} + \text{Pl MA} + \text{Pl PM}) + 2,58$$

Ecuación 3. Cálculo del porcentaje del Peso Graso de Carter (GREC, 2010)

Para el cálculo de la masa ósea se utiliza, principalmente, la ecuación de Rocha.

$$\text{Masa ósea (Kg)} = 3,02 \times (\text{Talla}^2 \times \text{DM} \times \text{DF} \times 400) \times 0,712$$

Ecuación 4. Ecuación de Rocha para el cálculo de la masa ósea (GREC, 2010)

Para calcular la masa muscular esquelética se utiliza la formula de Lee (GREC, 2010), que es la misma que se utiliza para población de hombres adultos que no son deportistas.

$$\text{MME (Kg)} = \text{Talla} \times (0,00744 \times \text{PBC}^2 + 0,00088 \times \text{PMC}^2 + 0,00441 \times \text{PGC}^2) \\ + (2,4 \times \text{Sexo}) - (0,048 \times \text{Edad}) + \text{Etnia} + 7,8$$

Ecuación 5. Ecuación de Lee para el cálculo de la masa muscular esquelética (GREC, 2010)

Para conocer el resto del peso del sujeto, llamado peso residual, se utiliza una ecuación muy sencilla que se describe a continuación.

$$\text{Resto} = 100 - (\text{MG} + \text{MO} + \text{MM})$$

Ecuación 6. Cálculo del resto del peso (GREC, 2010)

Todas las fórmulas han sido obtenidas del Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo (GREC, 2010).

3.2.3 Somatotipo

Sillero, (2004) sostiene que el término somatotipo corresponde, en cierta medida, con el de biotipo y es una de las tareas más frecuentes de la Cineantropometría. Cuando se determina el somatotipo de un sujeto, se le incluye dentro de una clasificación en función de su forma corporal externa. Fue Sheldon (1940) el que introdujo el concepto somatotipo en el libro *“The varieties of Human Physique”*, definiéndolo como una cuantificación de los componentes primarios: grasa, músculo y linealidad.

Para el cálculo del somatotipo en este TFG, se utiliza el método de *Heath-Carter*, que es la más utilizada en la actualidad y es una modificación del método

fotoscópico de Sheldon (Sillero, 2004); a través de la hoja del GREC. El somatotipo del sujeto se puede clasificar en tres grupos:

- Endomorfo: el individuo tiene tendencia a la obesidad; con un bajo peso específico, flácido y con formas redondeadas (Sheldon, 1940; citado por Sillero, 2004).
- Mesomorfo: en estos sujetos predominan los huesos, músculos y el tejido conjuntivo. Tienen un mayor peso específico que los endomorfos (Sheldon, 1940; citado por Sillero, 2004).
- Ectomorfo: son individuos en los que predominan las medidas longitudinales a las transversales; por lo que tienen una gran superficie corporal si se relaciona directamente con su masa corporal (Sheldon, 1940; citado por Sillero, 2004).

Para representar gráficamente el somatotipo, se utiliza el gráfico de Franz Reuleaux, también conocido como somatocarta.

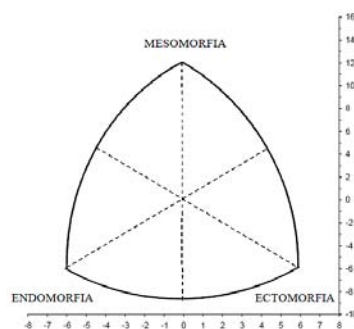


Figura 1. Gráfico de Franz Reuleaux (Tomada de Sillero, 2004)

Según Carter (1975) el somatotipo queda referenciado en el gráfico basándose en la antropometría y por ello se conoce como la somatocarta de Carter.

En el deporte, el cálculo del somatotipo se utiliza para comparar a un deportista con un grupo de referencia, consigo mismo en distintas fases de la temporada, con otros deportistas o compararlo con la población sedentaria (Sillero, 2004). En este caso, el somatotipo se utiliza para comparar al individuo consigo mismo al principio y al final del programa de entrenamiento de hipertrofia.

4. Descripción de las pruebas de valoración de la condición física

4.1 Tests de flexibilidad

El propósito de realizar estas pruebas consiste en conocer el estado y la evolución de la flexibilidad. En el presente trabajo estas pruebas se realizarán antes, durante y después del programa de entrenamiento de hipertrofia, para comprobar si los niveles de flexibilidad se ven afectados. Los tests que se llevarán a cabo serán los siguientes:

4.1.1 *Seat en reach*

Con este test se valorará la evolución de la flexibilidad de la musculatura isquiotibial y del tronco con la cadera en flexión. Para realizar esta prueba será necesario contar con un banco sueco y un metro. Para la correcta ejecución de esta prueba el sujeto estará sentado, con piernas extendidas y toda la planta del pie apoyada en el cajón, tratará de llevar hacia delante las manos de forma suave y progresiva, evitando tirones, para marcar la máxima distancia a la que se pueda llegar con las dos manos a la vez. Se anotará la marca obtenida en centímetros y la mejor de los dos intentos realizados (Giménez Camacho, s.f.).



Figura 2. Realización del seat and reach (Tomada de Giménez Camacho, s.f.)

Este test asegura una gran fiabilidad a la hora de la recogida de datos, ya que la realización es rápida, sencilla y no depende del examinador. La marca se obtiene fácilmente, anotando una medida y comparándola durante el tiempo de evaluación del sujeto. Puede ocurrir que, por causas externas a la prueba (dolor muscular, factores medioambientales y otras causas ajenas al sujeto que realice el test) se obtengan resultados muy diferentes (Ayala, 2012).

4.1.2 Flexión profunda de tronco

El propósito de realizar este test es medir la flexibilidad global del tronco (Guillén y otros; Segovia y otros, 1996). Apenas se necesita material, tan sólo una superficie marcada como la de la imagen o un cajón específico para esta prueba. La ejecución es muy sencilla: sin zapatillas, con toda la planta del pie apoyada en el suelo y los talones en la línea correspondiente. Se flexiona todo el cuerpo, llevando los brazos hacia atrás entre las piernas, de forma suave y sin tirones. Hay que mantener unos segundos ambos brazos paralelos sobre la marca máxima conseguida. No se pueden apoyar las manos. A la hora de anotar los datos, se apunta la distancia máxima en centímetros y la mejor marca de los dos intentos realizados (Giménez Camacho, s.f.).



Figura 3. Test de flexión profunda de tronco (Tomada de Giménez Camacho, s.f.)

4.2 Tests de fuerza

La cualidad física más importante a valorar en este estudio es la fuerza, ya que se trata de un entrenamiento de hipertrofia, con el que además de incrementar la masa muscular se mejorará el nivel de fuerza. Para valorar esta cualidad física básica se realizarán tres tests distintos en cuanto a la ejecución y a la parte del cuerpo a valorar. A continuación se detallan:

4.2.1 1RM en *press* de banca

Es el test de fuerza por excelencia con el que se medirá la fuerza máxima del sujeto. Para realizarlo se necesitará: un banco para realizar el *press*, barra olímpica, discos y cierres de barra. La ejecución es la misma que para realizar un ejercicio de

press de banca: tumbado y sujetando la barra sobre el pecho con los codos extendidos, realizar una flexión de codos, hacia afuera, hasta acercar la barra al pecho (Benito, 2008). Pero al ser un test de 1RM (una repetición máxima) las condiciones de ejecución son más concretas:

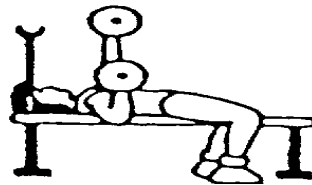


Figura 4. Ejecución del *press* de banca

✓ Calentamiento:

- Efectuar una serie del ejercicio de 10-12 repeticiones, con el peso que permita llegar a tales repeticiones.
- 1 minuto de recuperación seguido de 30 segundos de estiramientos en la zona muscular que estamos trabajando.
- Realizar una nueva serie subiendo el peso ligeramente para realizar 8-10 repeticiones.
- 1,5 minutos de recuperación seguidos de 30 segundos de estiramientos en la zona muscular que estamos trabajando.
- Efectuar una nueva serie subiendo, nuevamente, el peso para realizar 6-8 repeticiones.
- 2 minutos de recuperación seguidos de 30 segundos de estiramientos en la zona muscular que estamos trabajando.

- ✓ Ejecución del test: respecto a los kilogramos movilizados en la última serie aplicamos la siguiente fórmula (González-Badillo y Gorostiaga, 1995):

$$1RM = \frac{\text{kg}}{1,0278 - 0,0278 \times n^{\circ} \text{ rep}}$$

Ecuación 7: Ecuación para el cálculo de la 1RM en *press* de banca

A continuación, realizar una serie cargando el peso calculado con la fórmula anterior, intentando realizar una repetición completa y correcta del ejercicio.

Una vez concluido el test, se anotan los kilogramos movidos una sola vez.

4.2.2 Dominadas

La realización de dominadas no sólo requiere fuerza para su ejecución, también es necesaria una buena coordinación muscular para realizar este ejercicio. Se incluye este ejercicio en los tests para valorar la fuerza ya que se podría considerar que es un ejercicio que relaciona de forma directa el peso del sujeto y la fuerza del mismo buscando conocer si el incremento de peso, buscado por la hipertrofia, se acompaña de la ganancia de fuerza suficiente para mantener el mismo número de dominadas al principio y al final del macrociclo o, incluso, si es capaz de aumentarlo.

Con este test se busca evaluar la capacidad del sujeto de levantar su propio cuerpo, y así, evaluar su fuerza y desarrollo de la misma. Para ello hay que contar con una barra para realizar dominadas. La ejecución es más compleja de lo que a simple vista parece; hay que colgarse de la barra con una separación de los brazos un poco más ancha que la prolongación sobre los hombros, con los antebrazos en pronación y los brazos completamente estirados; subir llevando los codos hacia abajo y no hacia atrás y sobrepasando la barra con la barbilla (Benito, 2008). Hacer la bajada más lenta que la subida. A la hora de la toma de datos, se anotará el número de repeticiones realizadas correctamente en una sola serie, independientemente del ritmo de ejecución.

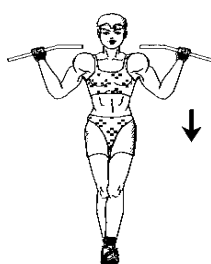


Figura 5. Imagen de una dominada

4.2.3 Salto vertical con piernas juntas.

Se utiliza este test para medir la fuerza de las piernas y su evolución, y no un test de 1RM en sentadilla, ya que la realización de las pruebas se hace en el mismo día y un test de 1RM en sentadilla podría quitar precisión al resto de las pruebas; por ejemplo, la prueba de 50 metros lisos no se realizaría en las mejores condiciones.

El propósito de esta prueba es medir la potencia de la musculatura extensora de las piernas. Para ello, se cuenta con una pizarra fijada a la pared o una superficie similar, con un metro pegado en esa zona y tiza para marcar la posición inicial y la final. Para una correcta ejecución de la prueba hay que marcar la altura máxima a la que se llega con el brazo extendido, pies juntos y lateral a la pared. Después, separarse de la pared y flexionar las piernas. Y, por último, saltar tan alto como se pueda y tocar con la mano en la pared para marcar la zona a la que se llega, sin tomar impulso. Se anota la diferencia en centímetros entre la primera marca y la que se hace después de saltar, anotando el mejor resultado de los dos intentos realizados (Giménez Camacho, s.f.).

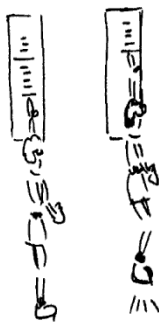


Figura 6. Realización del salto vertical con piernas juntas (Tomada de Giménez Camacho, s.f.)

4.3. Test de velocidad

El sujeto realizará un test de velocidad sobre 50 metros lisos para ver cómo afecta la realización del entrenamiento de hipertrofia a la velocidad de desplazamiento sobre una distancia corta. Se considera oportuno realizar esta prueba para realizar una comparación entre el principio del mesociclo y el final y ver así, cómo influye el aumento de volumen corporal en esta capacidad física, ya que un aumento de peso haría disminuir la velocidad, pero un aumento muscular de fibras rápidas podría

mejorar el tiempo de realización de esta prueba al final del mesociclo, ya que se trata de un esfuerzo muy corto, completamente anaeróbico aláctico.

4.3.1 Sprint en 50 metros

El objetivo de realizar esta prueba es ver cómo influye el entrenamiento de hipertrofia en la velocidad sin hacer un entrenamiento específico de esta cualidad física. Se medirá la velocidad de desplazamiento en un terreno liso con la medida necesaria y cronómetro. Imitando el modelo de Giménez Camacho (s.f.) el deportista se situará tras la marca de salida y se colocará en una posición con dos apoyos. El evaluador se situará en la línea de llegada con el brazo en alto, al bajar el brazo el evaluado correrá a la máxima velocidad hasta pasar la línea de llegada que será cuando se detenga el tiempo. Se anotará el tiempo en segundos y décimas de segundo. Se anotará el mejor tiempo de los dos intentos que se realicen.

4.4 Test de valoración anaeróbica

Al realizar un entrenamiento de hipertrofia, donde el esfuerzo es puramente anaeróbico, los resultados de este test podrían presentar variaciones a lo largo del tiempo. Por ello se hace una prueba que valora la condición fisiológica anaeróbica del sujeto.

4.4.1 Test de Burpee

Con este test se mide el grado de resistencia anaeróbica láctica ante un esfuerzo. Hay que contar con un cronómetro y superficie lisa. Hay que repetir tantas veces como se pueda la secuencia de la Figura 7 en un minuto. Se anotará el número de repeticiones conseguidas.

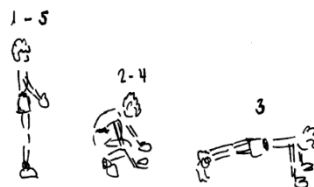


Figura 7. Secuencia de movimientos del test d Burpee (Tomada de Giménez Camacho, s.f.)

Se cuenta con un baremo universal con el que se mide la capacidad fisiológica del sujeto que realiza la prueba:

Número de repeticiones	Estado de forma
0-30	Malo
31-40	Normal
41-50	Bueno
51-60	Muy bueno
>60	Excelente

Tabla 3. Baremo para evaluar el test de Burpee (Tomado de Revista Fidias)

No se utilizará este baremo a la hora de evaluar al sujeto ya que no se establece ni edad, sexo ni estado de forma. Por lo tanto, se realizará una comparación de su evolución.

*Nota: el sujeto realizará el test haciendo salto cuando llega a la posición inicial y una flexión de brazos cuando esté en el punto 3 de la imagen. El baremo no tiene en cuenta estas acciones.

4.5 Prueba de aptitud cardiovascular

Para conocer la evolución de la aptitud cardiovascular se utiliza el test de Ruffier-Dickson, el cual se explica a continuación.

4.5.1 Test de Ruffier-Dickson

También conocido como test de Ruffier. Se mide la resistencia aeróbica al esfuerzo de corta duración y la capacidad de recuperación. Con esta prueba se mide la adaptación del corazón al esfuerzo (Tobal y Martínez; en Segovia y otros, 1996). Para ello, se utilizan las alteraciones que se producen en la frecuencia cardiaca en reposo, ante un esfuerzo y tras la recuperación del mismo en un minuto. Será necesario contar con un cronómetro y un pulsómetro para conseguir una mayor precisión en la frecuencia cardiaca. El procedimiento a seguir será el siguiente: en primer lugar, se anota el pulso en reposo. A continuación, se hacen 30 sentadillas en 45 segundos y se vuelve a tomar el pulso nada más acabar. Dejamos 1 minuto de recuperación y se toma el pulso de nuevo (Tobal y Martínez; en Segovia y otros, 1996). Para expresar el resultado se utiliza una fórmula específica del índice de Ruffier-Dickson.

$$\text{Índice Ruffier - Dickson} = \frac{((P1 + P2 + P3)) - 200}{10}$$

Ecuación 8. Ecuación para el cálculo del índice de Ruffier-Dickson (Dickson, 1950; citado por Tobal y Martínez, 1996)

- ✓ P1: Frecuencia cardiaca en reposo (latidos/min)
- ✓ P2: Frecuencia cardiaca después del ejercicio (latidos/min)
- ✓ P3: Frecuencia cardiaca tras un minuto de recuperación (latidos/min)

A continuación la tabla con los valores del Índice de Ruffier-Dickson:

Valor	Condición física
0-5	Forma física óptima
5-10	Forma física aceptable
10-15	Forma física aceptable-débil
15-20	Forma física insuficiente

Tabla 4. Valores del índice de Ruffier-Dickson (Tomada de Segovia, 1996)

En este TFG no se utilizará este baremo para clasificar el estado de condición física del sujeto. Se compararán los índices obtenidos y su evolución y se analizará la evolución del sujeto en base a las pulsaciones obtenidas en cada toma.

5. Programa de entrenamiento

La hipertrofia, según la Real Academia Española de la Lengua (RAE), es el desarrollo excesivo de algo. Por lo tanto, lo que se busca con este programa de entrenamiento de hipertrofia, es el desarrollo muscular del deportista.

5.1 Cronograma

El entrenamiento a realizar consiste en un macrociclo de casi 4 meses con el objetivo de hipertrofia, dividido en 3 mesociclos de 4-5 semanas separados por una semana de transición (Tabla 5).

		MACROCICLO HIPERTROFIA				
TEMPORALIZACIÓN	28Ene/1feb	MESOCICLO 1 4Feb/1Mar	4Mar/ 8Mar	MESOCICLO 2 11Mar/5Abr	8Abr/ 12Abr	MESOCICLO 3 15Abr/17May
OBJETIVO	AA	Hipertrofia	Transición	Hipertrofia	Transición	Hipertrofia
DURACIÓN	1 Semana	4 Semanas	1 Semana	4 Semanas	1 Semana	5 Semanas
AA: adaptación anatómica.						

Tabla 5. Cronograma del programa entrenamiento

Considerando que el sujeto tiene un nivel medio creo oportuno la ausencia del trabajo de fuerza máxima (Bompa y Cornacchia, 2002).

Las rutinas de entrenamiento se presentan en los puntos 5.3 (Adaptación anatómica), 5.4 (Mesociclo 1), 5.5 (Mesociclo 2) y 5.6 (Mesociclo 3).

5.2 Justificaciones del entrenamiento

A continuación se incluyen las indicaciones que hay que tener en cuenta para realizar un entrenamiento de hipertrofia:

- ✓ **Nº de repeticiones;** el número de repeticiones que deberá realizar el sujeto estará entre 6-12 repeticiones (Bompa y Cornacchia, 2002: 42). Este

número de repeticiones permite realizar un trabajo mecánico adecuado e intenso que permite una mayor tasa de degradación de proteínas (Tous, 1999:84).

- ✓ **Estiramientos al final del entrenamiento;** se recomiendan los estiramientos al final del entrenamiento con una duración de 10 a 30 segundos (Tous, 1999:120).
- ✓ **Entrenamiento dividido;** el individuo realizará un entrenamiento dividido, ya que según diferentes estudios el entrenamiento dividido produce un mayor estrés adaptativo (Kraemer y Fleck, 1997). Esto consiste en fraccionar a lo largo de la semana o microciclo, los músculos que se trabajan cada día.
- ✓ **Método de entrenamiento;** se utilizará una pirámide ya que es un buen método para producir hipertrofia (González-Badillo y Gorostiaga, 1995:185). En este método de entrenamiento va aumentando la carga a la vez que disminuyen las repeticiones.
- ✓ **Velocidad de ejecución;** la velocidad será media, no lenta, ya que no se busca una hipertrofia únicamente estética en el sujeto (Zatsiorsky, 1995); el sujeto debe realizar una serie de tests de condición física y si trabaja a una velocidad muy lenta, es posible que disminuya el rendimiento en los tests.
- ✓ **Tiempo de descanso,** el descanso en una rutina de hipertrofia oscila entre 1-2 minutos entre series (Tous, 1999:89; Zatsiorsky, 1951; Bompa, 1993). Los entrenamientos tendrá una duración de 1 hora 15 minutos/1 hora 30 minutos.
- ✓ **Orden de los ejercicios;** el orden de los ejercicios se ha establecido atendiendo al principio de la prioridad muscular de John Weider (citado por Benito, 2008; 142-146) en el que se indica que se trabajan primero los

músculos más grandes y después los más pequeños, o primero los ejercicios más globales y a continuación los más analíticos.

- ✓ **Frecuencia de entrenamiento;** el sujeto se encuentra en un nivel 3 tabla 2 por lo que su frecuencia de entrenamiento será de 4 días a la semana. (Benito, 2008: 197-200)
- ✓ **Número de ejercicios y series;** se realizarán de 3 a 5 series por cada ejercicio y según el grupo muscular habrá entre 2-5 ejercicios. No se deben trabajar más de 2-3 grupos musculares en cada sesión ya que no sería un entrenamiento lo suficientemente efectivo para producir la hipertrofia que se busca con el programa de entrenamiento (Tous, 1999:89; Zatsiorsky, 1951; Bompa, 1993).
- ✓ **Intensidad;** varios autores hablan sobre la intensidad en el entrenamiento de hipertrofia argumentando que debe establecerse entre el 70 y el 80% de la 1RM; por ello, en todas las rutinas de entrenamiento la intensidad requerida oscila entre el 65 y el 75% de la 1RM (Gonzalez Badillo y Gorostiaga (1995:210 y 2002:206)).

5.3 Rutina de adaptación anatómica

La rutina de adaptación anatómica tiene como objetivo preparar al cuerpo para el posterior entrenamiento específico. En este caso, es un circuito que coincide, además, con la vuelta de unas vacaciones de una duración de dos semanas; por lo que esta rutina tiene dos objetivos: la vuelta al entrenamiento del sujeto y la preparación para el programa de hipertrofia.

CALENTAMIENTO:

					
10 min.			2 x 15	2 x 15	2 x 15

Tabla 6. Calentamiento de la rutina de adaptación anatómica

PARTE PRINCIPAL:

Se realizarán 4 vueltas, en el orden establecido, al circuito que se indica a continuación:



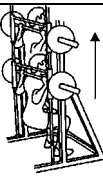

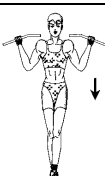
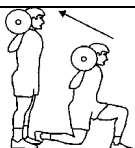
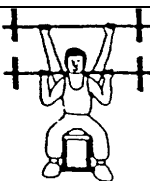



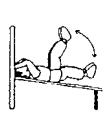

				
		Sentadilla profunda		Al fallo
		<p>Se realizarán 4 vueltas al circuito. 12-15 repeticiones en cada ejercicio. El descanso entre vueltas será de no más de 2 minutos.</p>		
En desplazamiento				
<p>Al acabar el circuito, realizar la siguiente rutina de abdominales.</p>				
				
3x20	2x10	4x20	3x15	3x15

Tabla 7. Circuito de adaptación anatómica

ENFRIAMIENTO:

Realizar estiramientos estáticos manteniéndolos de 10 a 30 segundos.

5.4 Rutina de hipertrofia. Primer mesociclo

A continuación se muestra la rutina correspondiente al primer mesociclo del programa de entrenamiento de hipertrofia que seguirá el individuo:

FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTO:

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Pectoral, bíceps	Pierna, trapecio y abdomen	Descanso	Hombro, pantorrilla y abdomen	Dorsal y tríceps


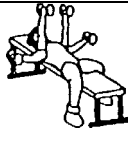


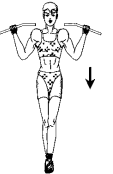



Tabla 8. Frecuencia de entrenamiento. Mesociclo 1


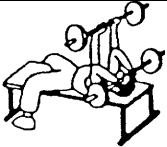





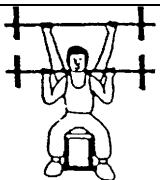
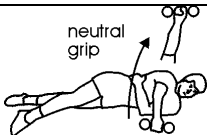

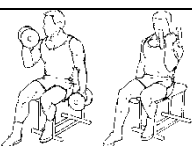
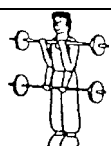

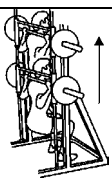
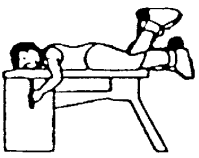
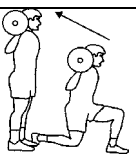
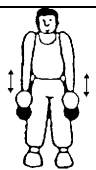
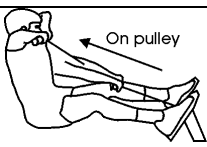
					
10 min.			2 x 15	2 x 15	2 x 15

Tabla 9. Calentamiento. Mesociclo 1

PARTE PRINCIPAL:

PIRÁMIDES (12-10-10-8) (65-75% 1RM)

4x(12-10-10-8)	EJERCICIO 1	EJERCICIO 2	EJERCICIO 3	EJERCICIO 4
PECTORAL				
DORSAL	 Al fallo		 O en barra manos prono	 on pulley -keep arms straight

TRÍCEPS	 Barra manos prono 3x12,10,10	 4x12,10,10,8	 3x20	
ABDOMEN 4 x 25				
HOMBRO	 Press militar multipower	 neutral grip 4x10	 Supination grip on pulley	
BÍCEPS	 Martillo	 Barra Z	 3x10	
PIERNA		Descenso a una pierna 	 Pasos cortos	Bíceps femoral en polea baja 4x12
TRAPECIO	 4x12	 On pulley		




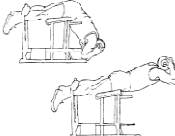
GEMELO	 4x25	 Gemelo 4x25		
LUMBAR 4 series x 25				

Tabla 10. Parte principal. Mesociclo 1

ENFRIAMIENTO:

Realizar estiramientos estáticos de la zona trabajada manteniéndolos de 10 a 30 segundos.

5.5 Rutina de hipertrofia. Segundo mesociclo

La rutina que seguirá el individuo durante el segundo mesociclo de su programa de entrenamiento es la siguiente:

FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTO:

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Pectoral, bíceps	Pierna, trapecio y abdomen	Descanso	Hombro, pantorrilla y abdomen	Dorsal y tríceps

Tabla 11. Frecuencia de entrenamiento. Mesociclo 2

CALENTAMIENTO:







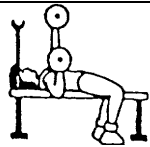


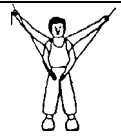
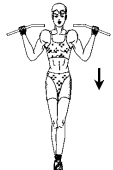




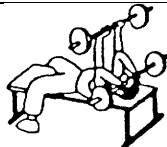


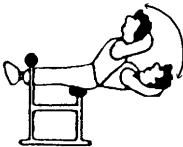


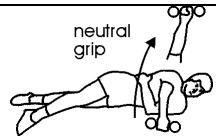


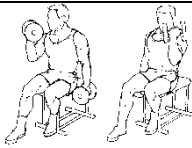
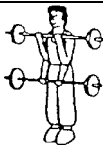

					
10 min.			2 x 15	2 x 15	2 x 15

Tabla 12. Calentamiento. Mesociclo 2

PIRÁMIDES (12-10-10-8) (65-75% 1RM)

4x(12-10-10-8)	EJERCICIO 1	EJERCICIO 2	EJERCICIO 3	EJERCICIO 4
PECTORAL				
DORSAL	 Al fallo			
TRÍCEPS	 3x12,10,10	 4x12,10,10,8	 Cuerda 3x20	
ABDOMEN 4 x 25				
HOMBRO	 4x10			
BÍCEPS	 Martillo	 Barra Z	 3x15	

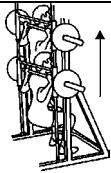
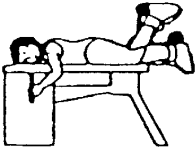
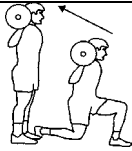
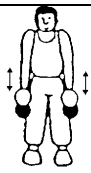
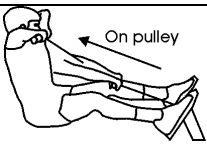


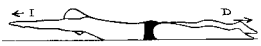
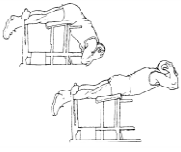
PIERNA		Descenso a una pierna 	 Pasos cortos	Nórdicos 4x12
TRAPECIO	 4x20	 Con barra. Remo a la barbilla.		
GEMELO	 4x25 (una pierna)	 Gemelo 4x25		
LUMBAR 4 series x 25				

Tabla 13. Parte principal. Mesociclo 2

ENFRIAMIENTO:

Realizar estiramientos estáticos de la zona trabajada manteniéndolos de 10 a 30 segundos.

5.6 Rutina de hipertrofia. Tercer mesociclo

Por último, la rutina del tercer mesociclo del programa de entrenamiento de hipertrofia.

FRECUENCIA DE ENTRENAMIENTO:

LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
Pectoral, bíceps	Pierna, trapecio y abdomen	Descanso	Hombro, pantorrilla y abdomen	Dorsal y tríceps

Tabla 14. Frecuencia de entrenamiento. Mesociclo 3

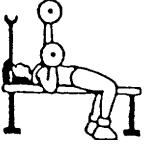



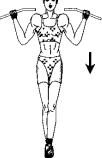




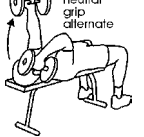

CALENTAMIENTO:

					
10 min.			2 x 15	2 x 15	2 x 15

Tabla 15. Calentamiento. Mesociclo 3

PARTE PRINCIPAL:

PIRÁMIDES (12-10-10-8) (65-75% 1RM)

4x(12-10-10-8)	EJERCICIO 1	EJERCICIO 2	EJERCICIO 3	EJERCICIO 4
PECTORAL				
DORSAL	 Trasnuca			
TRÍCEPS	 3x12,10,10	 neutral grip alternate 4x12,10,10,8	 3x20	





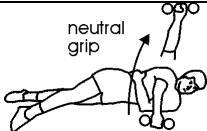

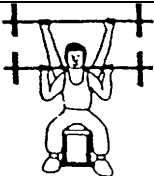
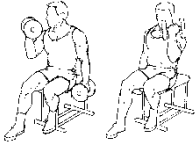
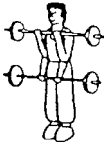

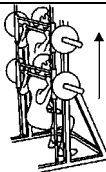
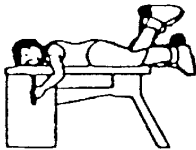
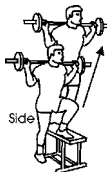
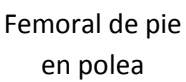
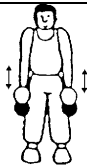
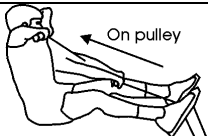

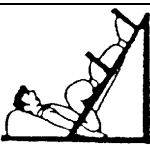
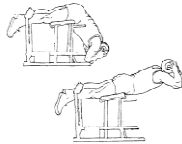

ABDOMEN 4 x 25				
HOMBRO 4x10	 neutral grip	 Supination grip on pulley	 Press trasnuca	
BÍCEPS Curl alterno		 Barra Z manos prono	 supination grip on EZ-bar 3x10	
PIERNA Sentadilla profunda		 Descenso a una pierna	 Side	 Femoral de pie en polea 3x15
TRAPECIO 4x25	 4x25	 On pulley		
GEMELO 4x25	 4x25	 Gemelo (una pierna) 4x25		
LUMBAR				

Tabla 16. Parte principal. Mesociclo 3

ENFRIAMIENTO:

Realizar estiramientos estáticos de la zona trabajada manteniéndolos de 10 a 30 segundos.

*Nota: En el ANEXO III se incluye una tabla general de los estiramientos que debe realizar el sujeto al acabar la sesión de entrenamiento; no será necesario realizar todos los estiramientos al final de cada sesión, el individuo deberá centrarse en la zona trabajada; aunque no habría inconvenientes si realizara todos los estiramientos.

6. Temporalización y cronograma de las pruebas de valoración

La realización de las pruebas de valoración anatómica y de condición física tendrá lugar antes del comienzo de los entrenamientos, a la mitad y al final del macrociclo de entrenamiento. El objetivo es valorar el efecto del entrenamiento de hipertrofia desarrollado en la composición corporal y en las capacidades físicas básicas. Las pruebas de valoración realizadas durante el programa de entrenamiento nos permitirán valorar la progresión del deportista y realizar cambios en las sesiones de entrenamiento de cara a obtener los mejores resultados.

Las pruebas se realizarán en las fechas que se indican en la siguiente tabla:

Pruebas de valoración de la condición física	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
Pruebas de valoración de la condición anatómica	14 Febrero	-	16 Mayo

Tabla 17. Cronograma de la realización de las pruebas de valoración

6.1 Orden de las pruebas y protocolo de ejecución

Todas las pruebas se realizan el mismo día, alrededor de las 11 am, con el sujeto habiendo desayunado y siguiendo el siguiente orden:

1. Flexión de tronco (*seat&reach*).
2. Flexión profunda de tronco.
3. 1RM press banca.
4. Test de Ruffier-Dickson.
5. Dominadas.
6. Salto vertical.
7. Test de Burpee.
8. Velocidad 50m.

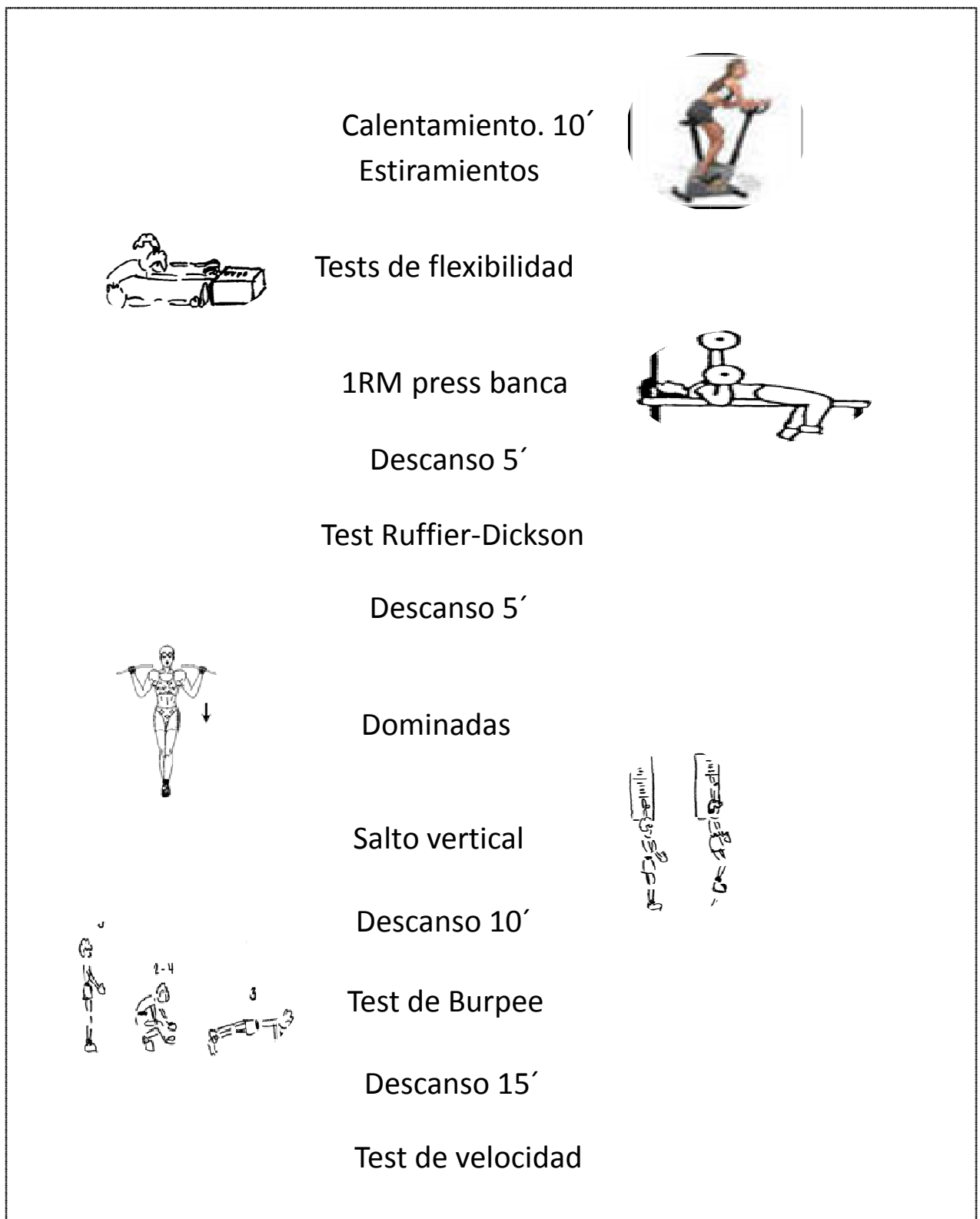


Figura 8. Protocolo de ejecución

- En primer lugar se realizará un calentamiento general del cuerpo en bicicleta estática o elíptica durante 10 minutos, seguidos de unos estiramientos generales dinámicos.
- El sujeto hará unos estiramientos específicos de las zonas del cuerpo que deben elongarse más profundamente para las pruebas de flexibilidad.
- Realización de las dos pruebas de flexibilidad. Se hacen primero los tests de flexibilidad porque el sujeto está relajado y evitamos así la tensión muscular que se pueda producir con la ejecución del resto de los tests. Se coge la mejor marca de dos intentos.
- Se realiza el test de la 1RM en *press* de banca siguiendo las indicaciones. Se hace en primer lugar este ejercicio porque el sujeto aún no tiene fatiga muscular y puede realizar el test mejor en este momento que si lo hace después de otro test, donde el cansancio no le dejaría realizarlo correctamente.
- 5 minutos de descanso y se efectúa el test de Ruffier-Dickson. El sujeto no debería tener problema en realizar este test ya que trabaja grupos musculares distintos que la 1RM en *press* banca.
- 5 minutos de descanso y test de dominadas hasta el fallo. El sujeto está caliente y la realización de los tests anteriores no tiene porque entorpecer la realización de este test. Nota: el sujeto decide hacer esta prueba en este orden y no otro día. Considera que está lo suficiente caliente, preparado y ausente de fatiga en este momento para realizar la prueba.
- A continuación, se realiza el test de fuerza de piernas: salto vertical. Se coge la mejor marca de dos intentos.
- Dejando 10 minutos tras las dominadas se realiza el test de Burpee.
- En último lugar, se realiza la prueba de velocidad. Se dejan 15 minutos de descanso tras el test de Burpee, el sujeto hace un rodaje de 5 minutos y a continuación realiza el test. Se coge la mejor marca de dos intentos.

La valoración de la condición anatómica se realizará al principio y al final del macrociclo ya que lo que nos interesa conocer es la evolución global del sujeto; en las pruebas de valoración de la condición física, sin embargo, es preferible conocer su evolución más progresivamente para realizar los cambios oportunos en las rutinas de

trabajo. En cambio, con la antropometría sólo se busca establecer una comparación al principio y al final del macrociclo, y no realizar un seguimiento, ya que en ningún momento el sujeto haría una dieta específica con la que acompañaría al entrenamiento.

La antropometría se va a realizar en el Laboratorio de Fisiología del Esfuerzo de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF) de la Universidad Politécnica de Madrid. El protocolo a seguir ha sido el descrito anteriormente en el apartado de pruebas de valoración de la condición anatómica.

A la hora de representar y elaborar los resultados he utilizado la hoja del GREC.

7. Resultados y discusión

7.1 Resultados e informe de las pruebas de valoración de la condición anatómica

A continuación se comparan y discuten, de forma individual, los diferentes valores obtenidos en el informe de la antropometría:

- **IMC:** se observa como el IMC de la primera antropometría respecto al IMC de la segunda antropometría ha aumentado. Esto es debido a que el sujeto ha ganado volumen muscular y por lo tanto ha incrementado su peso; sin variar su talla. El día 14 de febrero pesaba 78 kilogramos y el día 16 de mayo pesaba 81,1. Este aumento de peso hace que se incremente el IMC de 23,5 a 24,4; lo que no quiere decir que pueda empezar a tener sobrepeso, ya que lo que ha aumentado, fundamentalmente, es la masa muscular como se puede ver al comparar los dos informes que hay más adelante; además, como ya se mencionó en el punto 3.2.1 el IMC no tiene en cuenta la masa muscular, ni la masa grasa, así como si se es deportista o no. Del IMC lo que realmente interesa es ver que el sujeto ha aumentado su peso, que es uno de los objetivos del entrenamiento de hipertrofia.
- **Somatotipo:** ya se ha explicado en el punto 3.2.3 que es el somatotipo, por lo que se pasará directamente a explicar su interpretación en el informe. Al analizar la somatocarta se observa que el sujeto en la antropometría del 14 de febrero presenta un somatotipo ectomesomorfo (más predominio de la mesomorfia que de la ectomorfia (Sillero, 2004)) que pasa a ser mesomorfo balanceado en la antropometría del 16 de mayo, lo que significa que la mesomorfia es dominante y la ectomorfia y la endomorfia son muy parecidas (Sillero, 2004). En los datos que se muestran en ambos informes se ve como la mesomorfia pasa de 4,5 a 5,1; también aumenta, un poco, la endomorfia (sólo 0,2 puntos) y disminuye al ectomorfia de 2,7 a 2,3. En conclusión es un sujeto con una estructura mesomórfica.
- **Masa grasa:** es la cantidad de grasa que tiene el deportista, en este caso la MG ha aumentado ligeramente, unos 400 gramos según la antropometría. Algo que

es normal durante un programa de hipertrofia, ya que se busca aumentar de volumen y el peso corporal. Ha pasado de un 9,22% de MG a un 9,25%; lo cual es un cambio insignificante.

- Masa ósea: la masa ósea corresponde al peso de los huesos del individuo y no debería variar mucho de una antropometría a otra ya que el sujeto siempre presenta la misma estructura ósea y el tiempo que transcurre entre ambas no debería ocasionar grandes cambios en la MO del sujeto. En la antropometría del día 14 de febrero el sujeto presenta una MO de 17,25 kg y el 16 de mayo de 16,78; apenas hay 500 gramos de diferencia.
- Masa muscular: esta masa está constituida por el peso de todos los músculos del sujeto y es donde se ha producido un mayor aumento: de 34,7 kg a 36,4 kg. Ha aumentado 1,7 kg de masa muscular lo cual es bastante si consideramos que el individuo ha ganado un total de 3,1 kg; más de la mitad del peso que ha ganado es masa muscular según la antropometría. Por lo tanto se confirma que en este sujeto se ha producido un aumento de la masa muscular con el entrenamiento de hipertrofia, que es lo que se pretendía.

En las siguientes dos páginas se encuentran los informes correspondientes a las dos antropometrías realizadas, al sujeto, antes y después del macrociclo.

- Antropometría 1: 14 de febrero de 2013.
- Antropometría 2: 16 de mayo de 2013.



POLITÉCNICA

INFORME ANTROPOMÉTRICO.

Según modelo del G.R.E.C de la FE.ME.DE. (2008)

HOJA ESPECIALMENTE MODIFICADA DEL GREC-REPORT PARA LA
PRÁCTICA DEL CURSO ENTTO PERSONALSujeto: **Sujeto X**F. Toma: **14/02/2013**Sexo: **H**F. Nacim.: **06/01/1991**Edad: **22,12**Deporte: **Musculación**Equipo/Modalidad: **Hipertrofia**Grupo: **Deportista**Etnia: **CH**Fase Entto.: **Preparatoria**Antropometrista: **A. Treceño****DATOS ANTROPOMÉTRICOS REGISTRADOS:**

Peso (kg)	78,0	Perímetro Muslo Medio (cm)	55,3
Talla ó Estatura (cm)	182,3	Perímetro Pierna (cm)	35,8
Diámetro Biscromial (cm) *		Perímetro Tobillo (cm)	23,6
Diámetro Transverso Tórax (cm) *		Plegue Tríceps (mm)	6,9
Diámetro Antero-Post. Tórax (cm) *		Plegue Subescapular (mm)	7,3
Diámetro Biscrocostal (cm) *		Plegue Bíceps (mm)	3,9
Diámetro Húmero (cm)	7,0	Plegue Pectoral (mm)	5,0
Diámetro Muñeca (cm)	6,1	Plegue Axilar (mm)	6,2
Diámetro Femur (cm)	10,1	Plegue Ilíocostal (mm)	13,1
Diámetro Tobillo (cm)	7,4	Plegue Supraespal (mm)	5,3
Perímetro Brazo Relajado (cm)	31,3	Plegue Abdominal (mm)	14,6
Perímetro Brazo Contraído (cm)	33,5	Plegue Muslo Anterior (mm)	8,2
Perímetro de Antebrazo (cm)	27,8	Plegue Pierna Medial (mm)	4,1
Perímetro de Muñeca (cm)	16,7	*Z* = IMPEDANCIA (Ohm)	
Perímetro Cuello (cm)	36,2	*R* = RESISTENCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)	82,1	*Xc* = REACTANCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Medio (cm)		Perímetro mesoesternal (cm)	
Perímetro Glúteo (cm)	99,2		
Perímetro Muslo 1 cm (cm)	59,0		

Índices Corporales:I.M.C.: **23,5**I. Ponderal: **42,7****Ind. Cintura/Glúteo:**Valor: **0,828****Observaciones:****SOMATOTIPO:**

Endomorfia:	1,7
Mesomorfia:	4,5
Ectomorfia:	2,7

COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula	Drinkwater
M. Grasa	9,22	7,19	Ver Abajo (*1)	9,55
M. Osea	22,14	17,25	Ver abajo (*2)	13,89
M. Muscular	44,51	34,70	Lee	
Resto	24,13	18,81	100%-(MG+MO+MM)	
Total D-w. (%):				23,44

COMP. CORPORAL (BIOIMPEDANCIA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula
M. Grasa			
M. Muscular			
M.L.G.			

OTRAS FÓRMULAS ESPECÍFICAS:

(*1) A veces se indica la media de las 4 fórmulas

(*2) A veces se indica la media de las 2 fórmulas

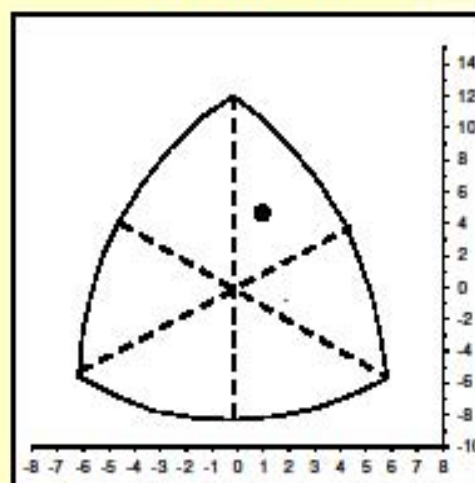
Deportistas	Faulkner	Carter	J-Pollock**	Withers	Obesos	Rocha	Martin
% M. Grasa	11,00	7,45			% M. Osea	17,25	

(*3) A veces se indica la media de las 3 fórmulas

(*4) A veces se indica la media de las 2 fórmulas

RESULTADOS BIOIMPEDANCIA:	DEP-MASC	Kyle	Sun	Segal	DEP-MASC	Baumgartner	Deurenberg
	M.L.G.(kg)				M.L.G.(kg)		

** Jackson y Pollock (fórmula de 7 plegues)

SOMATOCARTANOTA: Informar sobre cualquier posible error a manuel.sillero@upm.es

© Manuel Sillero Quintana.

Figura 9. Antropometría 1



POLITÉCNICA

INFORME ANTROPOMÉTRICO.

Según modelo del G.R.E.C de la FE.ME.DE. (2008)



HOJA ESPECIALMENTE MODIFICADA DEL GREC-REPORT PARA LA
PRACTICA DEL CURSO ENTTO PERSONAL

Sujeto: F. Toma: Sexo:
 F. Nacim.: Edad: Deporte:
 Equipo/Modalidad: Grupo: Etnia:
 Fase Entto.: Antropometrista:

DATOS ANTROPOMÉTRICOS REGISTRADOS:

Peso (kg)	81,1	Perímetro Muslo Medio (cm)	56,5
Talla ó Estatura (cm)	182,5	Perímetro Pierna (cm)	36,5
Diámetro Bicipital (cm) *		Perímetro Tobillo (cm)	24,3
Diámetro Transverso Tórax (cm) *		Plegue Triceps (mm)	7,9
Diámetro Antero-Post. Tórax (cm) *		Plegue Subescapular (mm)	7,0
Diámetro Biloarostal (cm) *		Plegue Bíceps (mm)	3,2
Diámetro Húmero (cm)	7,1	Plegue Pectoral (mm)	4,1
Diámetro Muñeca (cm)	6,1	Plegue Axilar (mm)	6,0
Diámetro Femur (cm)	10,2	Plegue Iliacostal (mm)	14,0
Diámetro Tobillo (cm)	7,6	Plegue Supraespal (mm)	6,5
Perímetro Brazo Relajado (cm)	33,0	Plegue Abdominal (mm)	13,0
Perímetro Brazo Contraído (cm)	35,0	Plegue Muslo Anterior (mm)	8,0
Perímetro de Antebrazo (cm)	29,0	Plegue Pierna Medial (mm)	4,0
Perímetro de Muñeca (cm)	17,6	*Z* = IMPEDANCIA (Ohm)	
Perímetro Cuello (cm)	38,0	*R* = RESISTENCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)	83,7	*Xc* = REACTANCIA (Ohm)	
Perímetro Abdominal Medio (cm)		Perímetro mesoesternal (cm)	97,5
Perímetro Glúteo (cm)	101,0		
Perímetro Muslo 1 cm (cm)	61,0		

Índices Corporales:

I.M.C.:

I. Ponderal:

Ind. Cintura/Glúteo:

Valor:

Observaciones:

El sujeto indica que la última semana ha comido de forma irregular.

SOMATOTIPO:

Endomorfia:	1,9
Mesomorfia:	5,1
Ectomorfia:	2,3

COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula	Drinkwater
M. Grasa	9,25	7,50	Ver Abajo (*1)	9,38
M. Osea	20,69	16,78	Ver abajo (*2)	14,49
M. Muscular	44,93	36,44	Lee	43,90
Resto	25,12	20,37	100%-(MG+MO+MM)	
Total D-w. (%):				67,77

COMP. CORPORAL (BIOIMPEDANCIA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula
M. Grasa			
M. Muscular			
M.I.C.			

OTRAS FÓRMULAS ESPECÍFICAS:

(*1) A veces se indica la media de las 4 fórmulas

(*2) A veces se indica la media de las 2 fórmulas

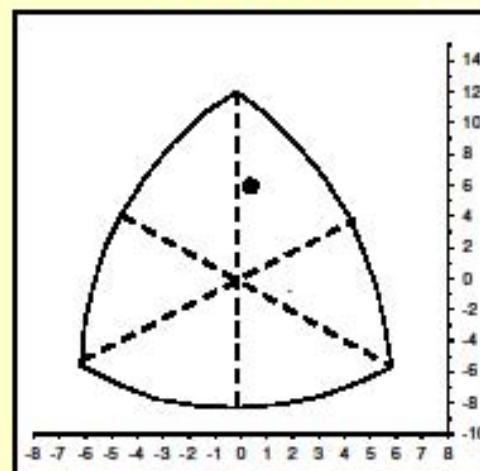
Deportistas	Faulkner	Carter	J-Pollock**	Withers	Obesos	Rocha	Martin
% M. Grasa	11,05	7,46			% M. Osea	16,78	

(*3) A veces se indica la media de las 3 fórmulas

(*4) A veces se indica la media de las 2 fórmulas

RESULTADOS BIOIMPEDANCIA:	DEP-MASC	Kyle	Sun	Segal	DEP-MASC	Baumgartner	Deurenberg
	M.I.G (kg)				M.I.G (kg)		

** Jackson y Pollock (fórmula de 7 plegues)



NOTA: Informar sobre cualquier posible error a manuel.sillero@upm.es

© Manuel Sillero Quintana.

Figura 10. Antropometría 2

7.2 Resultados e informe de las pruebas de valoración de la condición física

A continuación se muestran los resultados de las pruebas de valoración de la condición física. En primer, lugar los resultados obtenidos en las pruebas de flexibilidad.

Test/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
<i>Seat and Reach</i>	27 cm	26 cm	26,5 cm
Fléxión profunda de tronco	41 cm	43 cm	42 cm

Tabla 18. Resultados de los tests de flexibilidad

Los resultados en las pruebas de flexibilidad no han mostrado grandes cambios a lo largo del macrociclo. Analizando los resultados por separado se puede observar que los valores obtenidos en el test *seat and reach*, las dos últimas veces que se ha medido, son inferiores al valor obtenido antes de iniciar el macrociclo de hipertrofia. Los datos de la prueba de flexión profunda de tronco son muy similares en las tres ocasiones, no parece que al sujeto le haya modificado el programa de hipertrofia la capacidad para realizar esta prueba, se podría decir que en esta prueba la flexibilidad se ha mantenido ya que las diferencias son muy pequeñas y no han seguido una progresión.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en los tests de fuerza:

Test/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
1 RM	70 kg	80 kg	85 kg
Dominadas	8,5 repeticiones	10 repeticiones	11 repeticiones
Salto vertical	61 cm	54 cm	60 cm

Tabla 19. Resultados de los tests de fuerza

Se puede observar como el deportista ha mejorado en el test de 1RM y en el test de dominadas de forma progresiva, por lo que podríamos afirmar que el entrenamiento de hipertrofia realizado por el sujeto ha contribuido al incremento de

la fuerza de este; además de aumentar su peso y volumen corporal, como se ha explicado en la antropometría.

En cuanto al test de salto vertical, se puede ver como en la prueba realizada el 27 de marzo, el sujeto disminuye notablemente la puntuación obtenida anteriormente; ante este dato el sujeto explicó que ese día tenía los cuádriceps sobrecargados, por lo que esa prueba no se debería tener en cuenta. Sin embargo, el test de salto vertical del 17 de mayo respecto al del 4 de febrero apenas presenta variación, la diferencia es tan sólo, de 1 centímetro. Dadas estas circunstancias, en las que el test de salto vertical del 27 de marzo no es concluyente, no se podría establecer una relación correcta entre el programa de entrenamiento de hipertrofia y la capacidad de salto.

En general, se podría afirmar que el entrenamiento de hipertrofia favorece el incremento de fuerza en este sujeto.

Los resultados del test de velocidad se muestran en la siguiente tabla:

Test/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
50 m lisos	6,72 s	6,50 s	6,63 s

Tabla 20. Resultados del test de velocidad

Los tiempos obtenidos en las tres pruebas de velocidad son muy similares y, dado que el sujeto antes practicaba atletismo, quizá estos resultados no se podrían relacionar con el entrenamiento de hipertrofia. El sujeto indica que, siempre que ha realizado este test anteriormente, ha obtenido tiempos similares; por ello, se podría decir que, en este individuo, el entrenamiento de hipertrofia no ha afectado a la velocidad sobre los 50 metros lisos.

En la tabla 10 se pueden ver los resultados del test de valoración anaeróbica:

Test/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
Test de Burpee (repeticiones)	23	26	29

Tabla 21. Resultados del test de valoración anaeróbica

Fcd (latidos/min)/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
P1	92	92	90
P2	180	160	158
P3	140	136	129

Tabla 22. Pulsaciones en el test de Burpee

En las tablas anteriores se puede observar como las repeticiones en el test de Burpee han ido aumentando y, además, se han reducido las pulsaciones en P2 y P3 tanto en la valoración del 27 de marzo como en la del 17 de mayo, lo cual indica que el sujeto ha mejorado su capacidad de recuperación tras realizar un esfuerzo anaeróbico.

Se podría decir que la realización del programa de hipertrofia ha mejorado la capacidad de resistencia ante esfuerzos anaeróbicos en nuestro sujeto, como es el caso del test de Burpee.

Por último se presentan los resultados obtenidos en el test de aptitud cardiovascular:

Test/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
Test de Ruffier-Dickson (Índice)	12,7	11,4	11,2

Tabla 23. Resultados del test de aptitud cardiovascular

Fcd (latidos/min)/Fecha	04 Febrero	27 Marzo	17 Mayo
P1	76	74	84
P2	150	136	128
P3	101	104	100

Tabla 24. Pulsaciones en el test de Ruffier-Dickson

En la Tabla 12 se puede ver como los valores del índice de Ruffier-Dickson disminuyen, resultados que nos indican que el sujeto ha mejorado la capacidad de resistencia del corazón ante esfuerzos cortos. Ya se mencionó con anterioridad que en este TFG que no se iban a tener en cuenta esos valores sino que se valoraría la evolución del sujeto basándose en las pulsaciones de la Tabla 13.

La frecuencia cardiaca obtenida en P1 no es significativa ya que depende del sujeto y del descanso tras la prueba anterior. Por lo tanto, la atención debería centrarse en las frecuencias cardiacas de P2 y P3; se observa claramente una disminución de la frecuencia cardiaca conforme avanza el macrociclo. La mayor diferencia se observa entre la primera y la segunda fecha, después se produce una menor disminución de la Fcd. Esta disminución de pulsaciones conforme avanza el macrociclo se podría explicar haciendo referencia a la ganancia de fuerza y musculatura de los cuádriceps, músculos principales en este test, que disminuyen el esfuerzo que ha de realizar el sujeto en esta prueba; consiguiendo que el deportista se fatigue menos y, por lo tanto, su Fcd disminuya.

8. Conclusiones y recomendaciones

Tras finalizar este TFG, se pueden deducir las siguientes conclusiones y hacer las recomendaciones correspondientes:

- ✓ En cuanto a la composición corporal, y sabiendo que el sujeto no ha realizado ninguna dieta pero ha llevado un estilo de vida saludable, se podría recomendar el entrenamiento de hipertrofia para el aumento de peso del individuo, concretamente aumentando la masa muscular. Sería lógico pensar que manteniendo una dieta el aumento de masa muscular habría sido mayor y la pérdida de masa grasa también, siempre y cuando fuera una dieta baja en grasas. De todos modos, si el objetivo hubiera sido la pérdida de peso se habría realizado un programa de pérdida de peso que se centra, principalmente, en la disminución de la masa grasa del sujeto, en el cual habría sido fundamental la dieta.
- ✓ La flexibilidad no se ha visto muy afectada durante este macrociclo de entrenamiento de hipertrofia; sería conveniente estudiarlo a largo plazo. Aún así, sería recomendable incorporar una rutina de entrenamiento de la flexibilidad durante los programas de entrenamiento de hipertrofia, ya que ha habido pequeños descensos en los valores obtenidos.
- ✓ El entrenamiento de hipertrofia incide sobre la fuerza del individuo; en este caso ha supuesto un aumento considerable de la fuerza de este, además de aumentar su peso y volumen corporal; ya que el sujeto no era muy avanzado. Por lo que se recomienda este entrenamiento para la ganancia de fuerza; aunque con el tiempo el sujeto debería incluir microciclos de fuerza máxima para no estancarse en el proceso de ganancia de fuerza.
- ✓ La velocidad no se ha visto afectada en este caso, sería recomendable realizar un estudio con más personas, deportistas y no deportistas.
- ✓ En el test de Burpee y de Ruffier-Dickson se ha observado una disminución de la Fcd tras la realización de la prueba. Lo cual se podría relacionar con la mayor capacidad de resistencia de los músculos al haber aumentado su tamaño y su fuerza, retrasando la aparición de fatiga en el sujeto.

9. Bibliografía

- ✓ Ayala, F., Sainz de Baranda, P., de Ste Croix, M. y Santonja, F. (2012). *Fiabilidad y validez de las pruebas de seat and reach: revisión sistemática*. Revista Andaluza de Medicina del Deporte. 2012; 05 :57-66 - vol.05 núm 02
- ✓ Alvero Cruz, J.R., Cabañas Armesilla, M.D., Herrero de Lucas, A., Martínez Riaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manzanido, J., Sillero Quintana, M. y Sirvent Belando, J.R. (2010). Protocolo de valoración de la composición corporal para el reconocimiento médico-deportivo. Documento de consenso del Grupo Español de Cineantropometría (GREC) de la Federación Española de Medicina del Deporte (FEMEDE). *Archivos de Medicina del Deporte*, XXVII, 330-344.
- ✓ Benito Peinado, P.J. (2008). *Conceptos básicos del entrenamiento con cargas. De la musculación al wellness*. Colombia: Kinesis.
- ✓ Bompa, T. (1993). *Periodization of strength training: the new wave in strength training*. Toronto: Veritas Publis.
- ✓ Bompa, T. y Cornacchia, Lj. (2002), *Musculación, entrenamiento avanzado: periodización para conseguir fuerza y masa muscular: programas, rutinas y dietas*. Barcelona: Hispano Europea.
- ✓ Fernández Sánchez, M. T. (2010), *Valoración de la condición física de la población escolar mediante la batería Eurofit y estilos de vida*. España: Wanceulen.
- ✓ Fleck, S.J. y Kraemer, W.J. (1997). *Designing Resistance Training Programs*. 2nd Ed. Champaign: Human Kinetics.
- ✓ García Manso, J.M., Navarro Valdivieso, M. y Ruiz Caballero, J.A. (1996). *Pruebas para la valoración de la capacidad motriz en el deporte. Evaluación de la condición física*. España: GYMNOS.
- ✓ Giménez Camacho, A. (s.f.). *Pruebas de valoración de la condición física*. Jerez de la Frontera, España: I.E.S Seritium.
- ✓ Gonzalez-Badillo J.J. Y Gorostiaga, E. (1995). *Fundamentos del entrenamiento de la fuerza: aplicación al alto rendimiento deportivo*. Barcelona: INDE.
- ✓ Heath, B. & Carter J.E.L. (2002). *The Heath-Carter anthropometric somatotyp. Instruction manual*. Universidad de San Diego.

- ✓ ISAK (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Unerdale: ISAK.
- ✓ Romero-Corral, A., Somers, V.K., Sierra-Johnson, J., Thomas, R.J., Collazo-Clavell, M.L., Korinek, J., Allison, T.G., Batsis, J.A., Sert-Kuniyoshi & F.H. & Lopez-Jimenez, F. (2008). *Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. International Journal of Obesity*, 32.
- ✓ Segovia, J.C., López-Silvarrey, F.J. y Legido, J.C. (1996). *Manual de valoración funcional. Aspectos clínicos y fisiológicos*. España: ELSEVIER.
- ✓ Sheldon, W. (1940). *The varieties of human physique; an introduction to constitutional psychology*. Nueva York: Harper.
- ✓ Sillero Quintana, M. (2004). *Teoría de la Kinantropometría. (Apuntes para la asignatura de "Kinantropometría")*. I.N.E.F. Madrid, España.
- ✓ Tous, J. (1999). *Nuevas Tendencias en Fuerza y Musculación*. Barcelona, J. Tous.
- ✓ Zatsiorsky, V. M. (1951). *Science and practice of strength training*. Human Kinetics.

Referencias de la web:

- ✓ <http://www.rae.es>
- ✓ <http://www.who.int/es/>
- ✓ <http://www.revistafidias.com/index.php/mediateca/test-y-utilidades/253-test-de-burpee>

ANEXO I

**Hoja de datos para realizar una
antropometría**



POLITÉCNICA

PROTOCOLO ANTROPOMÉTRICO MEDICO-DEPORTIVO.

Según documento de consenso del G.R.E.C de la FE.ME.DE. (2008)

HOJA ESPECIALMENTE MODIFICADA DEL GREC-REPORT PARA LA
PRACTICA DEL MASTER DE ENTO PERSONAL

Sujeto: F. Toma: M ó H:

F. Nacim.: Edad: Deporte:

Modal./Equipo: Grupo Población: Etnia:

Fase Entto.: Antropometrista: Nivel:

Lugar Toma: E-mail: Teléfono:

VARIABLE ANTROPOMETRICA	TOMA 1	TOMA 2	TOMA 3	VALOR
Peso (kg)				
Talla ó Estatura (cm)				
Diámetro Biacromial (cm)*				
Diámetro Transverso del Tórax (cm)*				
Diámetro Antero-Posterior del Tórax (cm)*				
Diámetro Biileocrestal (cm)*				
Diámetro Condileo-Trocleeal Húmero (cm)				
Diámetro Biestiloideo Muñeca (cm)				
Diámetro Bicondileo Femur (cm)				
Diámetro Bimaleolar Tobillo (cm)				
Perímetro Brazo Relajado (cm)				
Perímetro Brazo Contraído (cm)				
Perímetro Antebrazo (cm)				
Perímetro de Muñeca (cm)				
Perímetro Cuello (cm)				
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)				
Perímetro Abdominal Medio (cm) (Sólo obesos)				
Perímetro Glúteo (cm)				
Perímetro Muslo 1 cm (cm)				
Perímetro Muslo Medio (cm)				
Perímetro Pierna (cm)				
Perímetro Tobillo (cm)				
Pliegue Tríceps (mm)				
Pliegue Subescapular (mm)				
Pliegue Bíceps (mm)				
Pliegue Pectoral (mm)				
Pliegue Axilar (mm)				
Pliegue Supracrestal o Ileoocrestal (mm)				
Pliegue Supraespinal (mm)				
Pliegue Abdominal (mm)				
Pliegue Muslo Anterior (mm)				
Pliegue Pierna Medial (mm)				
"Z" = IMPEDANCIA (Ohm a 50 Hz)				
"R" = RESISTENCIA (Ohm a 50 Hz)				
"Xc" = REACTANCIA (Ohm a 50 Hz)				
Perímetro mesoesternal (cm)*				

OBSERVACIONES:

He sido informado previamente de los objetivos de este estudio y doy mi consentimiento para utilizar mis datos con fines de investigación y de publicación en futuras comunicaciones científicas, siempre que se mantenga mi anonimato. Como resultado de este estudio se me proporcionará una copia de mis resultados antropométricos individuales y un informe de los mismos con la mayor brevedad posible.

Firmado:



POLITÉCNICA

INFORME ANTROPOMÉTRICO.

Según modelo del G.R.E.C de la FE.ME.DE. (2008)

HOJA ESPECIALMENTE MODIFICADA DEL GREC-REPORT PARA LA
PRACTICA DEL CURSO ENTTO PERSONAL

Sujeto: F. Toma: Sexo:
 F. Nacim.: Edad: Deporte:
 Equipo/Modalidad: Grupo: Etnia:
 Fase Entto.: Antropometrista:

DATOS ANTROPOMÉTRICOS REGISTRADOS:

Peso (kg)	<input type="text"/>	Perímetro Muslo Medio (cm)	<input type="text"/>
Talla ó Estatura (cm)	<input type="text"/>	Perímetro Pierna (cm)	<input type="text"/>
Diámetro Escromial (cm) *	<input type="text"/>	Perímetro Tobillo (cm)	<input type="text"/>
Diámetro Transverso Tórax (cm) *	<input type="text"/>	Pliogua Tríceps (mm)	<input type="text"/>
Diámetro Antero-Post. Tórax (cm) *	<input type="text"/>	Pliogua Subescapular (mm)	<input type="text"/>
Diámetro Biliocostal (cm) *	<input type="text"/>	Pliogua Bíceps (mm)	<input type="text"/>
Diámetro Húmero (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Pectoral (mm)	<input type="text"/>
Diámetro Muñeca (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Axilar (mm)	<input type="text"/>
Diámetro Femur (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Iliocostal (mm)	<input type="text"/>
Diámetro Tobillo (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Supraespinal (mm)	<input type="text"/>
Perímetro Brazo Relajado (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Abdominal (mm)	<input type="text"/>
Perímetro Brazo Contraído (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Muslo Anterior (mm)	<input type="text"/>
Perímetro de Antebrazo (cm)	<input type="text"/>	Pliogua Pierna Medial (mm)	<input type="text"/>
Perímetro de Muñeca (cm)	<input type="text"/>	"Z" = IMPEDANCIA (Ohm)	<input type="text"/>
Perímetro Cuello (cm)	<input type="text"/>	"R" = RESISTENCIA (Ohm)	<input type="text"/>
Perímetro Abdominal Mínimo (cm)	<input type="text"/>	"Xc" = REACTANCIA (Ohm)	<input type="text"/>
Perímetro Abdominal Medio (cm)	<input type="text"/>	Perímetro mesoasternal (cm)	<input type="text"/>
Perímetro Glúteo (cm)	<input type="text"/>		<input type="text"/>
Perímetro Muslo 1 cm (cm)	<input type="text"/>		<input type="text"/>

Índices Corporales:I.M.C.: I. Ponderal: **Ind. Cintura/Glúteo:**Valor: **Observaciones:**

El sujeto indica que la última semana ha comido de forma irregular.

SOMATOTIPO:Endomorfia: Mesomorfia: Ectomorfia: **COMPOSICIÓN CORPORAL (ANTROPOMETRÍA):**

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula	Drinkwater
M. Grasa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
M. Osea	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
M. Muscular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Resto	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Total D-w. (%):				<input type="text"/>

COMP. CORPORAL (BIOIMPEDANCIA):

Componente	Porcentaje	Peso (kg)	Fórmula
M. Grasa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
M. Muscular	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
M.L.G.	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

OTRAS FÓRMULAS ESPECÍFICAS:

(*1) A veces se indica la media de las 4 fórmulas

(*2) A veces se indica la media de las 2 fórmulas

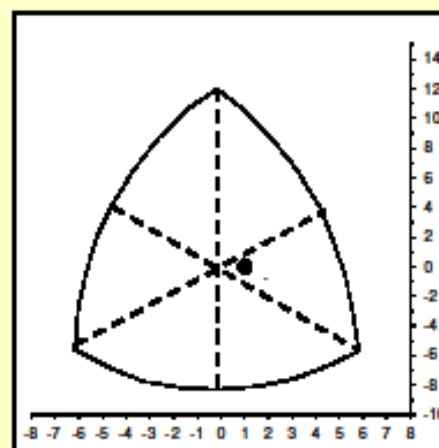
Deportistas	Faulkner	Carter	J-Pollock**	Withers	Obesos	Rocha	Martin
% M. Grasa	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	% M. Osea	<input type="text"/>	<input type="text"/>

(*3) A veces se indica la media de las 3 fórmulas

(*4) A veces se indica la media de las 2 fórmulas

RESULTADOS BIOIMPEDANCIA:	Kyle	Sun	Segal	Baumgartner	Deurenberg
M.L.G (kg)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

** Jackson y Pollock (fórmula de 7 pliegues)

SOMATOCARTANOTA: Informar sobre cualquier posible error a manuel.sillero@upm.es

© Manuel Sillero Quintana.

ANEXO II

**Comparación del sujeto antes y
después del programa de
entrenamiento de hipertrofia**

En este anexo se incluyen las fotografías del sujeto antes de iniciar el programa de entrenamiento de hipertrofia y al final para que se pueda establecer una comparación visual del individuo.



14 de febrero de 2013



16 de mayo de 2013

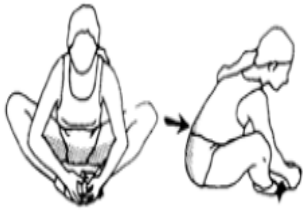
ANEXO III

Protocolo de flexibilidad

En este anexo se incluye la tabla de estiramientos para el enfriamiento en las sesiones de entrenamiento.

En función del grupo muscular trabajado, el individuo estirará más esa zona que las demás.

Tren superior		

		
Tren inferior		

Estiramientos estáticos de 10 a 30 segundos.

Imágenes tomadas de la Asignatura de Musculación, Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF), Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.
Profesor: Pedro J. Benito Peinado. Curso 2012/2013.